

PROPUESTA DE CONTEXTOS GEOLÓGICOS PARA LA CATALOGACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLOGICO Y MINERO DE LA REPUBLICA DOMINICANA

PROPOSAL OF GEOLOGICAL FRAMEWORKS TO CATALOG THE MINING AND GEOLOGICAL HERITAGE OF THE DOMINICAN REPUBLIC

Hector Freddy SANTANA-CASTILLO, David PARCERISA, Pura ALFONSO,
Josep María MATA-PERELLÓ

Dpt. Enginyeria Minera i Recursos Naturals (EPSEM). Universitat Politècnica de Catalunya. Av. Bases de
Manresa 61-73. Edifici MN 2. 08242 Manresa. España. E-mail: dparcerisa@emrn.upc.edu,
pura@emrn.upc.edu, mata@emrn.upc.edu

RESUMEN

El patrimonio geológico constituye el conjunto de recursos naturales no renovables de valor científico, cultural o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno o yacimientos paleontológicos y mineralógicos, que permiten reconocer, estudiar o interpretar la evolución de la historia geológica de la Tierra y los procesos que la han modelado (Gallego y García, 1996).

Una de las dificultades para abordar la conservación del Patrimonio Geológico y Minero en una determinada región radica en definir una metodología adecuada para catalogar dicho patrimonio de forma rigurosa y científica teniendo en cuenta la geodiversidad propia de la zona. En este sentido el proyecto internacional Geosites (Wimbledon, 1996) define unas pautas para la catalogación del Patrimonio Geológico. Wimbledon (1996) propone la necesidad de definir los Contextos Geológicos (Geological Frameworks) representativos de la geodiversidad de cada territorio para luego catalogar los Lugares de Interés Geológico (LIGs) en el marco de dichos Contextos. Este sistema ha sido aplicado en numerosos países (p. ej. España, García-Cortés, 2008).

En este trabajo se proponen y describen los Contextos Geológicos de la Republica Dominicana para así poder catalogar posteriormente los Lugares de Interés Geológico de este país.

Palabras clave: Contexto geológico, Patrimonio Geológico, Patrimonio Minero, República Dominicana

ABSTRACT

The geoheritage is the set of non-renewable natural resources of scientific, cultural or educational value, whether geological formations and structures, landforms or paleontological and mineralogical sites, who give us information to study and

interpret the evolution of the geological history of the Earth and the processes that have modeled its surface (Gallego and Garcia, 1996).

To make advances on geoconservation in a district it is necessary to define a methodology to catalog the Geological and Mining Heritage in a rigorous and scientific manner taking into account the geodiversity of this district. The international project Geosites (Wimbledon, 1996) defines a protocol to catalog the Geoheritage. Wimbledon (1996) proposes to divide a district in several Geological Frameworks representing its geodiversity and then catalog the Geosites (Places of Geological Interest) according to that Geological Frameworks. This method has been used in several countries (i.e. Spain, García-Cortés, 2008).

In this study the Geological Frameworks of the Dominican Republic are proposed and described in order to catalog the Geosites of this country in the future.

Keywords: Geological Framework, Geoheritage, Mining Heritage, Dominican Republic

INTRODUCCION

El origen geológico de la isla de la Hispaniola, se remonta a la segunda etapa del período Cretácico de la Era Secundaria, cuando comenzó el proceso de ascenso de la isla debido al fenómeno de subducción de la placa norteamericana que se incrustó por debajo de la placa del Caribe, avistando los primeros vestigios representados por los sistemas montañosos más antiguos (Vaughan et al., 1922).

Entre el Paleoceno y el Plioceno, de la Era Terciaria, se formaron los demás sistemas montañosos de la isla, formándose un archipiélago compuesto por tres islas alargadas y separadas entre sí por dos canales marinos (Fig. 1).

En la medida en que seguía el levantamiento de la isla, entre los últimos períodos de la Era Terciaria y el Pleistoceno, surgieron los valles y las llanuras costeras de toda la isla y desapareció el canal marino que se extendía entre las actuales bahías de Neiba y de Puerto Príncipe. Como consecuencia de ello se produjo la fusión de las tres islas originales (Lengweiler, 1939).

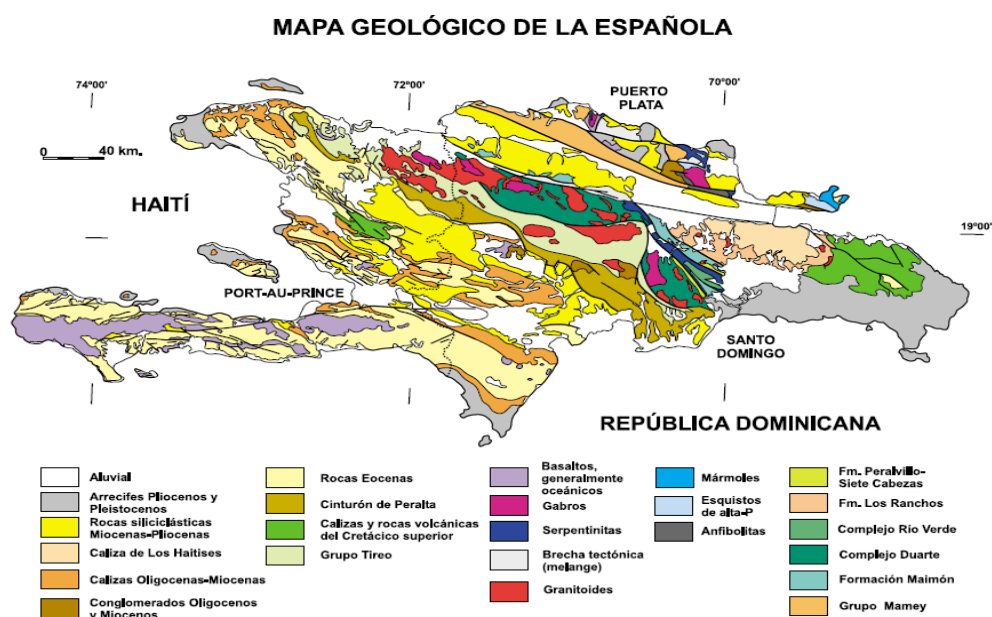


Figura 1. Mapa Geológico de la Española o Hispaniola (Escuder-Viruet et al., 2002).

Des de un punto de vista minero, la República Dominicana ha sido sede de la industria minera más antigua de América ya que tuvo sus inicios durante las primeras expediciones dirigidas por Cristóbal Colón en el siglo XV. La República Dominicana posee importantes yacimientos o reservas minerales, entre los que está el petróleo, el cual aún permanece en etapa exploratoria (Sagawe, 1989). Las provincias donde la producción minera ha tenido un impacto significativo, tanto en creación de riqueza como de empleos, han sido Monseñor Nouel, Sánchez Ramírez y Pedernales, aunque también explotaciones en otras provincias.

En República Dominicana, la industria minera está constituida, principalmente, por las actividades extractivas de ferroníquel, oro, plata, cobre, yeso, sal, arcilla y minerales industriales (caolín, feldespato, arenas silíceas...) (Fig. 2). Además, incluye las actividades de pequeña minería y minería artesanal: calizas, yeso, Larimar, ámbar otras gemas, y otros materiales. Algunos de ellos se explotan ampliamente a pesar que la Ley Minera no permite su explotación, como son principalmente la arena y grava (López, 2010).

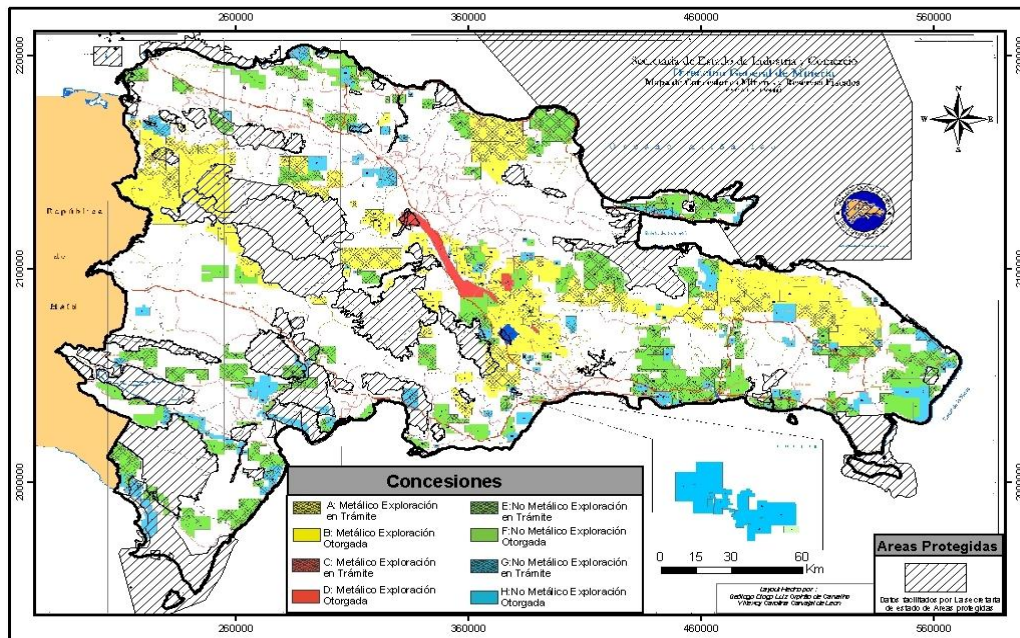


Figura 2. Mapa de Concesiones Mineras (Dirección General de Minería República Dominicana, 2012)

DEFINICIÓN DE LOS CONTEXTOS GEOLÓGICOS DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

Los distintos Contextos Geológicos de la República Dominicana se han definido a partir de la consulta exhaustiva de la bibliografía existente sobre el tema. En total se han analizado más de 250 publicaciones, muchas de ellas en revistas nacionales e internacionales dedicadas de temática geológica y minera. En total se han definido 15 Contextos Geológicos, los cuáles se pueden dividir en dos grandes grupos:

1. Contextos Geológicos delimitados en una área concreta caracterizada por un mismo origen geológico: la Sierra de Neiba, la Cordillera Central, la Cordillera Septentrional, la Cordillera Oriental (Sierra del Seibo), la Sierra de Bahoruco, la Sierra de Yamasá, el Valle del Cibao, el Valle de San Juan, la Hoya de Enriquillo, la Sierra de Martín García y la Cuenca de Ázua.
2. Contextos Geológicos que engloban algún rasgo geológico importante el cual no tiene una localización geográfica concreta sino que se encuentra dispersa en la

geografía dominicana: el Karst Tropical, el Ámbar y los Arrecifes de Coral fósiles y actuales.

A continuación se describen algunos de estos Contextos Geológicos y se describe alguno de los potenciales Lugares de Interés Geológico a catalogar.

CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA SIERRA DE NEIBA

La Sierra de Neiba está ubicada al suroeste de República Dominicana, se separa de la Cordillera Central, el Valle de San Juan y de la Sierra de Baboruco, el Valle de Neiba y el Lago Enriquillo. Tiene una extensión, en territorio dominicano, de aproximadamente unos 100 kilómetros, desde la frontera hasta el río Yaque del Sur (Fig. 3). En Haití continúa en las montañas de Troud'Eau y cadena de Matheaux. Su extremo oriental hace un viraje hacia el Sur y forma la sierra de Martín García, que se hunde en el mar Caribe. La sierra de Neiba es del período Eoceno de la era Terciaria, limitada al norte y al sur por grandes fallas tectónicas (Hernaiz Huerta et al., 2007).

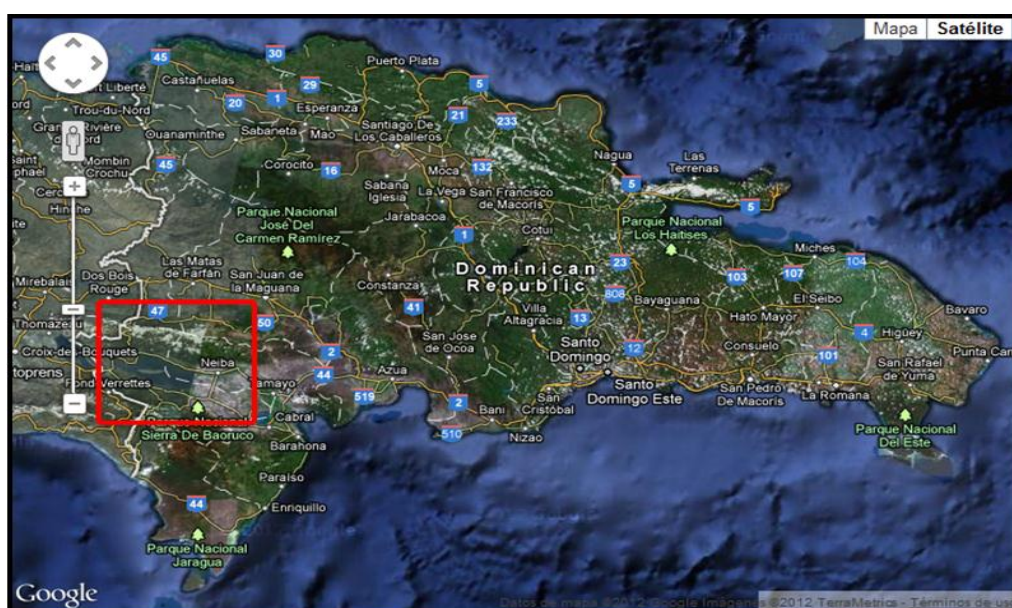


Figura 3. Foto de satélite, con la Sierra de Neiba, ubicada dentro de la zona señalada (Google Maps/república Dominicana, 2012)

La sucesión estratigráfica de la Sierra de Neiba comprende desde el Cretácico Superior hasta finales del Neógeno, momento en que comienza el desarrollo de las cuencas flexurales adyacentes a la sierra. Los materiales más antiguos corresponden a la Unidad de El Manguito, del Cretácico Superior. Son calizas y lutitas pizarrosas con intercalaciones de basaltos que afloran como un fragmento o bloque tectónico de interpretación estructural dudosa en el núcleo de un anticlinal. Por su edad, se considera que esta unidad debe constituir el sustrato de las series paleógenas de la Sierra de Neiba. La composición geoquímica de los basaltos (OIB-basaltos alcalinos intraplaca) sugiere su correlación con la meseta oceánica del Caribe. El registro estratigráfico, más o menos continuo, comienza en el Eoceno Inferior con el desarrollo de una extensa plataforma carbonatada, relativamente uniforme, que fue el medio de depósito de la Formación Neiba y sus equivalentes (Hernaiz Huerta et al., 2007).

L.I.G. Caño Ramillo: sedimentos lacustres del Cuaternario

Este Lugar de Interés Geológico ya ha sido catalogado en el inventario de LIGs del Mapa Geológico de Neiba (Nadège, 2004). El acceso al L.I.G. Caño Ramillo es fácil, por la carretera Neiba-El Abanico; está ubicado a nivel de la intersección con el arroyo Caño Ramillo (10 m de profundidad), este L.I.G. Corresponde a un corte de 8 m

en los sedimentos lacustres del Cuaternario, con incrustaciones de muro a techo: arcillas, arenas y arenas arcillosas. Se observan estratificaciones entrecruzadas con fragmentos de arrecifes re TRABAJADOS y fósiles Fig. 4 (Nadège, 2004).



Figura 4. Foto Caño Ramillo: Sedimentos lacustres del Cuaternario (Nadège, 2004)

CONTEXTO GEOLÓGICO DEL ÁMBAR DE REPUBLICA DOMINICANA

El ámbar es una resina fósil que en el caso de República Dominicana suele aparecer en los sedimentos del Neógeno de la isla. El ámbar se localiza y explota en la Cordillera Septentrional, provincia de Santiago, al Norte del país en la comunidad de Los Cacaos y Palo Alto y en la Cordillera Oriental, Provincia de Hato mayor en el municipio de El Valle, al este del país. La explotación de estos yacimientos se realiza de manera artesanal, a través de labores mineras subterráneas principalmente formadas por pozos y socavones (Fig. 5). Los mineros que intervienen en estas explotaciones se agrupan en cooperativas, las cuales han sido asistidas con asesoría técnica y equipos mecánicos por la Dirección General de Minería.

El minado del ámbar es muy intenso en La Toca, la cual está localizada en la cuesta norte de una cresta de arenisca masiva, cubierta por una limolita que contiene el ámbar, la cual puede continuarse en su trazo por decenas de kilómetros a lo largo de la Cordillera Septentrional. Los túneles de mina se encuentran casi a unos 50 metros abajo de la cresta de loma, y se desarrollan a partir de un talud de casi 60° de inclinación (Iturralde-Vinent, 1996).



Figura 5. Ámbar azul en su forma natural y la manera de extracción del mismo (<http://mibahia.net/?p=59866>, 2012)

L.I.G. El ámbar azul de Puerto Plata

Los yacimientos mineros más importantes y ricos de Ámbar en el mundo se encuentran localizados en la provincia de puerto plata, al norte de la Republica Dominicana (Fig.6) en la Cumbre de Yásica; área que posee yacimientos importantísimos de esta resina, especialmente el ámbar azul, uno de los más cotizados a nivel mundial. (Iturralde y Vinent, 2001).

Se estima que la edad de estos yacimientos de unos 26 millones de años. Es un Ámbar muy apreciado por las joyerías más relevantes del mundo ya que esta resina vegetal contiene fósiles prehistóricos de hace millones de años. En esta comunidad se pueden encontrar ejemplares en los populares tonos amarillo-miel y además en otros tonos muy preciados y menos comunes como el verde, marrón y azul oscuro (Iturralde-Vinent, 2001).

El ámbar azul emite un olor muy agradable (moléculas aromáticas), que es diferente del que presenta habitualmente el ámbar cuando está en proceso de corte y pulido. El ámbar azul se encuentra solamente en un país: en el Caribe, en la República Dominicana. En Jacagua, al pie de las montañas se encuentran las minas del ámbar azul, donde los hombres cavan en la dura roca para extraer unos pocos pedazos de este valioso material. También se encuentran otros tipos de ámbar en bruto, con diversos colores y transparencias, desde el verde y amarillo, hasta el naranja y rojo

La luz ultravioleta se reemite como luz azul o verde, atribuida a la presencia de moléculas aromáticas polinucleares (Hurlbut y Kammerling, 1993)

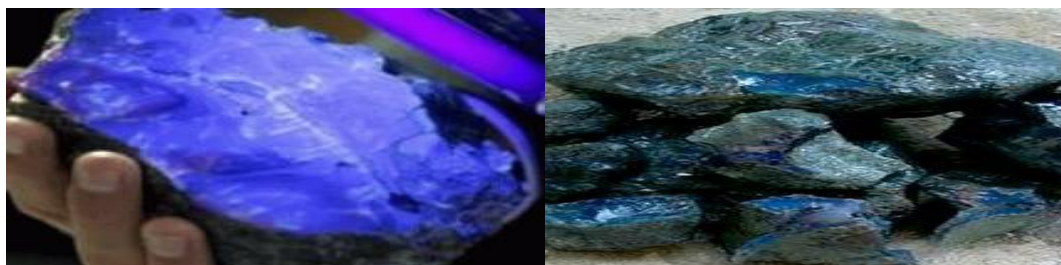


Figura 6. Ámbar Azul de la Republica Dominicana (Hurlbut y Kammerling, 1993)

CONTEXTOGEOLÓGICO DE LA SIERRA DE YAMASÁ

La sierra de Yamasá, es muy antigua, y se compone de rocas volcánicas cretácicas. Debido a las intensas lluvias que caen en esta región montañosa, así como las elevadas temperaturas del trópico, las rocas madre se han desintegrado, como resultado de una fuerte oxidación (Marcano, 2009).

Es el sistema montañoso de República Dominicana de mayor explotación minera, principalmente el ferromanganeso por la Falconbridge, el oro y plata por la Barrick Gold, actualmente proyecto minero de Pueblo Viejo, y anteriormente explotado por la Rosario Dominicana. También existen yacimientos de hierro, cobre, mármol, etc. Los balnearios: Ríos Yuna, Maimón y otros. La caverna de la Guácara del Comedero una de las más ricas del área del Caribe (Marcano, 2009).

La llanura confirma en su parte norte con el macizo montañoso de la cordillera central, las lomas de la sierra de Yamasá tienen una fracción de poca longitud de las colinas de la plataforma cárstica de los Haitises y las terrazas aluviales altas del pie de monte de la cordillera oriental, los suelos se han formado a expensas de varios materiales desde calizas, tobas, tonalitas, cuarzodiorita, al extremo noreste; basaltos, tobas andesíticas y otras rocas volcánicas hacia el extremo oriental.

El grado de desarrollo de los suelos de la sierra de Yamasá es también variado; por lo general, las rocas formadas a expensas de calizas son pocas profundas, tienen topografía muy alomada y están agrupadas en la asociación Santa Clara. Los suelos calcáreos que tienen topografía más accidentada, se han agrupado en la asociación Guanuma-Elmhurst (Stagno et al., 1981).

L.I.G. Minas de Pueblo Viejo

Pueblo Viejo, en la provincia Sánchez Ramírez (Cotuí), perteneciente a la Sierra de Yamasá y de Monseñor Nouel (Bonao), ubicada a 100 Kms. de Santo Domingo. En el lugar de la antigua operación de Rosario Dominicana, se comienza a desarrollar el proyecto Pueblo Viejo, reserva minera de clase mundial y uno de los más grandes depósitos de oro no desarrollados. Los depósitos de oro del Distrito de Pueblo Viejo representan uno de los recursos de oro y plata más grandes del mundo, por lo que son de interés especial para los geólogos de exploración (Fig. 7) (Nelson et al., 2001).

El yacimiento de Pueblo Viejo es de tipo volcanogénico (VMS) y está encajado en las rocas de la Fm Maimón, la mineralización se encuentra relacionada espacial y temporalmente con una serie de domos volcánicos del Cretácico Inferior. En el Distrito Pueblo Viejo ha identificado por lo menos siete centros volcánicos los cuales se interdigitan, solapan y se encuentran interestratificados con sedimentos epiclásticos (Nelson et al., 2001).



Figura 7. Mina de Pueblo Viejo, Cotuí (Dirección General de Minería República Dominicana, 2010).

L.I.G. Minas de Ferro-Níquel de Falcondo (Bonao)

Los depósitos mineros más importantes en el país son las mineralizaciones ferroniquelíferas que se encuentran en rocas ultramáficas (peridotitas), ubicadas en la zona de Bonao y La Vega, explotados por la Falconbridge Dominicana. Falcondo inicia sus investigaciones exploratorias en el año de 1955, correspondiente a los yacimientos de lateritas ferroniquelíferas en la zona de Bonao; en 1962 se instalaron plantas piloto y continuaron las investigaciones siendo en 1972 cuando comienza la explotación produciendo ferroníquel. La Falconbridge Dominicana, de capital originalmente canadiense, inicia sus explotaciones mineras en la provincia Monseñor Nouel, con la finalidad de recuperar el ferroníquel contenido en la Garnierita y en la laterita niquelífera asociada a las peridotitas serpentinizadas localizadas en la loma de la Peguera y en la loma Caribe de Bonao (Ferreiras, 1991).

William Gabb inició en 1869 un examen geológico y topográfico del territorio Dominicano, y en 1919, el geólogo Thomas Wyland Vaughan y otros especialistas del servicio geológico Norteamericano produjeron un reporte titulado "Un reconocimiento geológico de la República Dominicana" en el que realizaron un estudio de los suelos lateríticos de la Fm Maimón donde se encuentran los yacimientos más grandes de Ferroníquel de toda el área del Caribe (Vaughan et al., 1922).

La Falconbridge Dominicana inició su producción comercial con una planta pirometalúrgica para producir ferroníquel. Actualmente continúa en operación, con una producción máxima en 1977, de 32.581 toneladas de níquel y la producción mínima en 1982, fue de 5.668 toneladas de níquel. La producción media anual es de 28.000

toneladas de ferroníquel. Los ingresos totales hasta 2005 fueron de unos 5.500 millones de US\$ (4.332 millones de €).

Los mercados principales son Estados Unidos: 20 - 25%, Europa: 45 - 50%, Corea y Japón: 25 - 30%. Las reservas minerales (2005) Probadas y Probables son de 54.4 millones de toneladas, con 1.19% Ni (Falcondo, 2005).

CONTEXTO GEOLÓGICO DE LOS ARRECIFES DE CORAL FÓSILES Y ACTUALES

Los estudios cuantitativos de diversidad de corales escleractínidos en la República Dominicana comienzan con el inventario de Bonnelly de Calventi (1974). Este inventario se limita a una profundidad de 9 m y compila 27 especies con zooxantelas y una especie sin zooxantelas para varias localidades. Gerald y Bonnelly de Calventi (1978) completan este primer listado con inventarios hechos en los arrecifes de la costa Sur hasta una profundidad de 30 m.

Estos autores registraron 43 especies con zooxantelas y a *Madracispharensis* como la única especie sin zooxantelas observada, en un inventario exhaustivo aceptado en el 2004. Las plantas y animales marinos en tres localidades de la costa SE hasta 20 m de profundidad produjo una lista de 40 especies corales, todas con zooxantelas y ninguna de las cuales constituye un registro nuevo para la isla (Williams et al., 1983).

En 1994 se realizó el estudio de mayor extensión geográfica hasta la fecha, muestreando 14 localidades a lo largo de la costa dominicana (Gerald 1994). Este autor identificó 36 especies con zooxantelas para estas localidades sin ningún registro nuevo para la República Dominicana. Los inventarios de otros grupos de nidarios y esponjas para las áreas arrecifales han sido aun más limitados. Bardales (Williams et al., 1983) registra 24 especies de esponjas pertenecientes a 18 géneros y 26 especies de octocorales pertenecientes a 11 géneros para tres localidades del SE dominicano. El esfuerzo más reciente fue una evaluación de la biodiversidad marina de la República Dominicana con comentarios sobre la distribución de organismos, hábitáculos y el estado actual de los mismos (Fig. 8) (Weil, 2006).

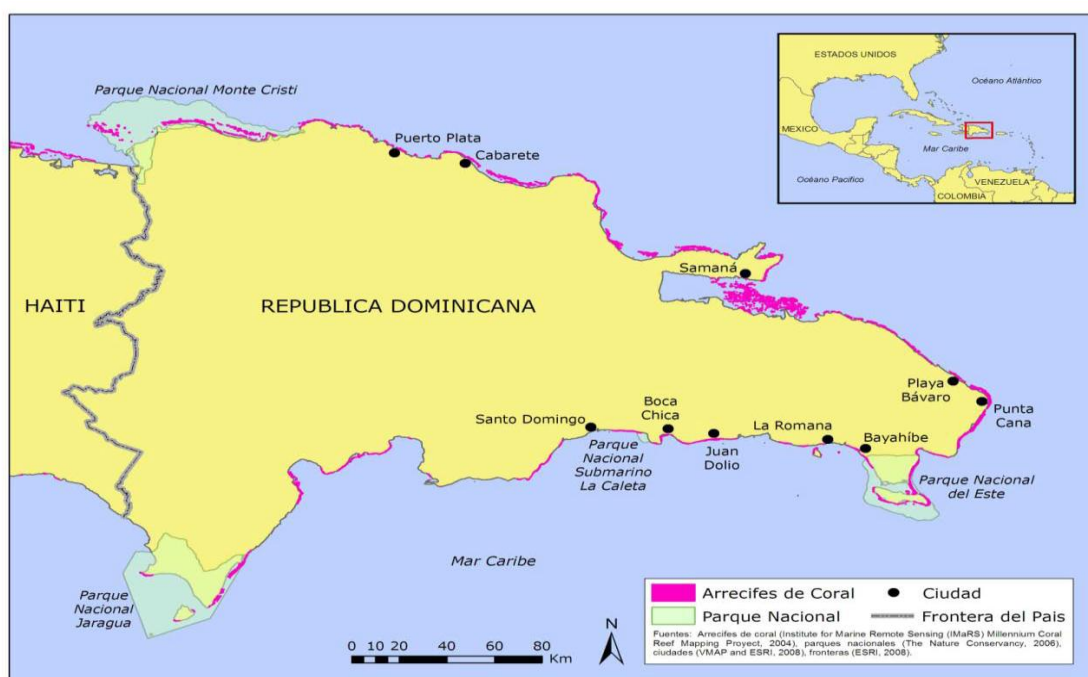


Figura 8. Localización de los Arrecifes de Coral de la República Dominicana (Wielgus, 2010)

L.I.G. Arrecifes de coral en el Parque Nacional de Jaragua

El Parque Nacional de Jaragua está localizado en un área remota al sur-este de la República Dominicana. La actividad humana se limita a pesquerías y minería. Las principales formaciones arrecifales incluyen (a) arrecifes de banco (montículo) creciendo sobre la plataforma en bandas paralelas, separadas por canales de arena y en dirección SE – NW, entre 12 y 25 m de profundidad, (b) arrecifes de franja profundos que se desarrollan en los bordes de la plataforma entre 10 y 45 m de profundidad, y (c) parches arrecifales y comunidades coralinas con poca o ninguna estructura arrecifal en áreas cercanas a la costa y plataformas someras. Las zonas marino-costeras están dominadas por bosques de manglar, playas arenosas y riscos (paredes verticales) de arrecifes emergidos.

Las áreas someras generalmente están dominadas por praderas de fanerógamas marinas, principalmente *Thalassia testudinum* y *Siringodium* filiforme, fondos arenosos, fondos rocosos y/o paredes con comunidades bentónicas dominadas principalmente por especies de corales creciendo en forma incrustante (*Porites astreoides*, *Montastraea faveolata*, *Diploria clivosa*, *Colpophyllia* spp., etc.), una alta variedad de esponjas, octocorales, hidrozoarios, zoántidos coloniales, y algas. Las principales formaciones arrecifales del área son los arrecifes de banco ó montículo como se muestra a continuación (Weil, 2006).

CONCLUSIÓN

Esta geodiversidad de la República Dominicana abarca desde los materiales volcánicos del Cretácico Superior hasta los arrecifes de coral que caracterizan la morfología costera actual de República Dominicana.

Se han definido 15 Contextos Geológicos representativos de toda la geodiversidad de la República Dominicana. El conjunto de estos contextos permite definir la evolución geológica del país desde el Cretácico superior hasta la actualidad.

La mayor parte de estos Contextos Geológicos forman un área geográficamente bien delimitada con un mismo origen geológico aunque se han definido 3 Contextos Geológicos que resaltan algunos rasgos geológicos de la República Dominicana aunque no tienen una delimitación geográfica concreta.

BIBLIOGRAFIA

- Bonnelly de Calventi, I., 1974. Corales petreos de la Republica Dominicana. Estudios de biología pesquera dominicana. Universidad Autónoma de Santo Domingo, Republica Dominicana: 65-69.
- Escuder-Virquete, J., Hernaiz-Huerta, P.P., Draper, G., Gutiérrez, G., Lewis, J.F. y Perez-Estaun, A., 2002. Metamorfismo y Estructura de la Formación Maimón y los Complejos Duarte y Rio Verde, Cordillera Central Dominicana: implicaciones en la estructura y la evolucion del primitivo Arco Isla Caribeño. *Acta Geológica Hispánica*, 37(2): 123-162.
- Falcondo, F., 2005. Informe Anual Falcondo 2005. Revista Falcondo.
- Ferreiras, B.A. y Clelland, J.T.H., 1991. Evaluación sobre impacto ambiental de las operaciones de Falconbridge Dominicana. Instituto Superior de Agricultura., 61 pp.
- Gallego, E. y García, A., 1996. El Patrimonio Geologico. Bases para su valoración, protección, conservación y catalogación. MOPTMA: 11-17.

- García-Cortés, Á. (ed.) (2008). Contextos geológicos españoles: una aproximación al Patrimonio Geológico Español de relevancia internacional. IGME, 235 pp.
- Geraldes, F.X., 1994. Iniciativa para la conservación de los arrecifes coralinos del Caribe. Informe Final del proyecto CIBIMA/WWF.
- Hernaiz Huerta, P.P., Díaz de Neira, J.A., García-Senz, J., Deschamps, I., Lopera, E., EscuderViruete, J., Ardevol Oro, L., Granados, L., Calvo, J.P. y Perez-Estaun, A., 2007a. La Estratigrafía de la Sierra de Neiba (Republica Dominicana). Boletín Geologico y Minero, 118(2): 313-336.
- Hurlbut, C.S. y Kammerling, R.C., 1993. Gemología. Wiley-Interscience.
- Iturralde-Vinent, M.A., 2001. Geology of the amber-bearing deposits of the greater antilles. Caribbean Journal of Science, 37(3-4): 141-167.
- Lengweiler, W., 1939. Rocas y Minerales de la Republica Dominicana: Publicado por orden del Comité ejecutivo pro Feria mundial de New York 1939. Spanish and English text. Imprenta "Listin diario".
- López, O., 2010. Actualidad Minera de la Republica Dominicana. Dirección General de Minería, Republica Dominicana, Primera Reunión de Ministros ACP de Minería, Bruselas, Bélgica.
- Marcano, J., 2009. Republica Dominicana y sus Regiones, Sierra de Yamasá. Revista Ecológica Dominicana: 25-26
- Nadège N., 2004. Memoria de la Hoja de Neiba, republica Dominicana, Cartografía Geotematica, proyecto L-SO.
- Nelson, C.E., Jiménez, J. y Rodríguez, J.J., 2001. Domos volcanicos y mineralizacion de oro en el distrito pueblo viejo, Republica Dominicana. Revista Geológica de America Central, 25: 7-26.
- Sagawe, T., 1989. Mining as an agent for regional development: the case of the Dominican Republic. Geography, 74(1): 69-71.
- Stagno, H., Pérez Luna, A., Fonck, C., Bueno, H., Santana, E., Rosario, F. y Briceño, L., 1981. Diagnostico Preliminar Agropecuario de la Region Central, Republica Dominicana. 5-12.
- Vaughan, T.W., Cooke, C.W., Condit, D.D., Ross, C.P., Woodring, W.P., Calkins, F.C. y Geological, S., 1922. Un reconocimiento Geologico de la Republica Dominicana. Imprenta de Gibson Brothers Incorporated.
- Weil, E., 2006. Diversidad y abundancia relativa de corales, octocorales y esponjas en el Parque Nacional Jaragua, Republica Dominicana. Revista de biología tropical, 54(2): 423-443.
- Williams, E.H., I. Clavijo, J.J., Kimmel, P.L.C., C., Díaz, A.T., Bardales, R.A., Armstrong, L.B., Williams, Boulon, R.H. y García., J.R., 1983. A checklist of marine plants and animals of the south coast of the Dominican Republic. Carib. J. Sci. , 19: 39-54
- Wimbledon, W. A. P. 1996. GEOSITES – a new IUGS initiative to compile a global comparative site inventory, an aid to international and national conservation activity. Episodes, 19: 87- 88